

УДК 633.11:631.527.5:631.811.1

УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ЗЕРНА ПШЕНИЧНО-ПЫРЕЙНЫХ ГИБРИДОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

Б. П. ПЛЕШКОВ, Н. Н. НОВИКОВ, Т. Ф. МИЛЯЕВА, В. В. ЗАЗИМКО

(Кафедра агрономической и биологической химии)

Количество и качество белка в зерне пшеницы определяются генетическими особенностями растений, а также условиями их выращивания и прежде всего уровнем азотного питания [4, 11, 18, 21]. При внесении достаточно высоких доз азотных удобрений в зерне пшеницы и ее гибридов не только повышается содержание белков, но и изменяется соотношение белковых фракций. Причем количество белка в зерне увеличивается в основном за счет повышения концентрации глиадинов, что наблюдается чаще всего, и глютеинов, а также снижения доли легкорастворимых белков [2, 6, 10, 17, 19].

Изменение соотношения белковых фракций в зерне пшеницы, вызванное внесением азотных удобрений, обычно приводит к определенным отклонениям в аминокислотном составе суммарного белка, выражающимся в увеличении или уменьшении аминокислот, которых соответственно больше или меньше в глинах [1, 12, 16, 22].

Особое значение имеет повышение качества урожая пшеницы путем селекции высокобелковых форм с улучшенным аминокислотным составом белков. Однако большинство сортов мягкой пшеницы характеризуется невысоким содержанием белков в зерне, которые к тому же не сбалансированы по количеству незаменимых аминокислот, особенно по лизину и триптофану. В то же время высокой белковостью зерна отличаются многие сородичи пшеницы, в частности пырей сизый. Вовлечение его в скрещивание с пшеницей позволило расширить предел биологических возможностей последней [3, 9, 14]. Вместе с тем сведений о влиянии условий питания на содержание и состав азотистых и других веществ в зерне пшенично-пырейных гибридов разного геномного состава пока еще мало. Нами были выполнены биохимические исследования качества зерна пшенично-пырейных гибридов разного геномного состава при различных условиях азотного питания.

Материалы и методика

Растения выращивали в условиях мелкоделяночного полевого опыта, который был заложен на Опытной станции полеводства и льноводства Тимирязевской академии в 1978—1979 гг. по следующей схеме: 1-й вариант — 90P90K (контроль); 2-й — 90N90P90K; 3-й — 140N90P90K; 4-й — 140N90P90K + поздняя некорневая подкормка 30 N. Почва дерново-подзолистая среднесуглистая; $pH_{сол}$ — 5,8; H_r — 5,0; S — 11,5 мг·экв на 100 г; содержание P_2O_5 и K_2O в вытяжке по Кирсанову — соответственно 5 и 8 мг на 100 г; содержание гумуса — 2,1%. Фосфорные и калийные удобрения в виде суперфосфата и хлористого калия вносили осенью из

расчета по 90 кг P_2O_5 и K_2O на 1 га, азотные удобрения в виде аммиачной селитры — осенью в дозе 40 кг азота на 1 га и весной в подкормку в варианте N_1PK — 50 кг/га, в варианте N_2PK — 100 кг/га. Площадь деленок — 1 м², учетная площадь — 0,2 м², повторность для учета урожайности — 4-кратная.

В опыт были включены два типа пшенично-пырейных гибридов: ПППГ 79 — амфиплоид, имеющий, кроме пшеничных, пырейный геном Да [15], и ППГ 347 — новый пшенично-пырейный гибрид, который не уступает по урожайности лучшим районированным сортам озимой пшеницы. Для сравнения был взят широко возделывае-

мый сорт обычной мягкой пшеницы Мироновская 808.

В зерне определяли содержание сырой золы, фосфора и калия — после озоления по Гинзбург, крахмала — по Эверсу, общего азота — микрометодом Кьельда-

ля, белкового и небелкового азота — после осаждения белков по Барнштейну [7], фракционный состав белков — по Осборну с некоторыми модификациями, аминокислотный — методом кислотного гидролиза [8].

Результаты исследований

По мере увеличения дозы азота сбор зерна как пшеницы, так и пшенично-пырейных гибридов повышался, при этом реакция образцов на внесение азотных удобрений была примерно одинаковой. В варианте с 90Н урожайность пшеницы и пшенично-пырейных гибридов возросла на 10 %, такое же повышение урожайности наблюдалось при увеличении дозы азота до 140 кг/га (табл. 1). Сравнительно неболь-

Таблица 1

Урожай зерна пшенично-пырейных гибридов
(г на делянку)

Форма	PK	N ₁ PK	N ₂ PK	N ₂ PK + подкормка
Амфиплоид ПППГ 79	134	147	161	162
Гибрид пшеничного типа ППГ 347	179	195	206	205
Пшеница Мироновская 808	149	158	166	167

НСР₀₅ по генотипу 12,9; НСР₀₅ по влиянию удобрений 11,2

шой эффект от довольно высоких доз азота обусловлен прежде всего засушливыми погодными условиями в 1979 г. Наиболее урожайным в этом году оказался ППГ 347, который при различном уровне азотного питания по сбору зерна заметно превосходил Мироновскую 808. Некорневая подкормка азотом в начале формирования зерна не повлияла на урожайность пшеницы и гибридов.

Увеличение дозы азота обеспечивало заметное повышение уровня белкового азота в зерновках, содержание небелковых азотистых веществ при этом практически не менялось (табл. 2). Под действием азотных удобрений содержание белков в зерне пшеницы и пшенично-пырейных гибридов возросло на 1,8—2,4 %, а общий сбор — в 1,3 раза. Наибольшее количество белковых веществ накопилось в зерне амфиплоида ПППГ 79; ППГ 347 по данному показателю был близок к пшенице Мироновской 808 или несколько превосходил ее; этот гибрид вследствие более высокой урожайности отличался также повышенным сбором белка. Поздняя некорневая подкормка в фазу начала формирования зерновок способствовала увеличению белковости зерна (на 0,5—0,8 %).

Под влиянием азотных удобрений или благодаря генетическим особенностям растений наряду с повышением белковости зерна, как правило, снижается концентрация крахмала в зерновках. При внесении возрастающих доз азотных удобрений содержание в зерне крахмала снижалось на 2,2—4,3 %. В зерне амфиплоида, которое характеризовалось повышенным содержанием белков, концентрация крахмала была в среднем на 2—5 % ниже, чем у пшеницы и гибрида пшеничного типа.

Под действием возрастающих доз азотных удобрений и поздней некорневой азотной подкормки в зерне пшенично-пырейных гибридов повышалось содержание азота, фосфора и сырой золы (табл. 3). В зерне ПППГ 79, который наследует пырейный геном Да, концентрация

Таблица 2

Содержание азота, белка и крахмала в зерне (% от сухой массы)

Вариант опыта	Азот		Содержание белков	Содержание крахмала
	белковый	небелковый		
ПППГ 79				
PK	2,80	0,28	16,0	60,5
N ₁ PK	2,92	0,23	16,6	60,2
N ₂ PK	2,98	0,24	17,0	59,2
N ₂ PK+подкормка	3,13	0,24	17,8	58,3
ППГ 347				
PK	2,49	0,13	14,2	63,8
N ₁ PK	2,66	0,14	15,2	63,0
N ₂ PK	2,80	0,14	16,0	62,4
N ₂ PK+подкормка	2,89	0,16	16,5	62,1
Мироновская 808				
PK	2,40	0,15	13,7	65,8
N ₁ PK	2,66	0,16	15,2	62,2
N ₂ PK	2,70	0,16	15,4	62,0
N ₂ PK+подкормка	2,83	0,19	16,1	61,5

Таблица 3

Содержание азота и зольных веществ в зерне (% от сухой массы)

Вариант опыта	N _{общ}	P ₂ O ₅	K ₂ O	Сырая зола
ПППГ 79				
PK	3,08	1,11	0,52	2,28
N ₁ PK	3,15	1,17	0,53	2,38
N ₂ PK	3,22	1,26	0,54	2,44
N ₂ PK+подкормка	3,37	1,40	0,55	2,46
ППГ 347				
PK	2,62	1,01	0,52	2,45
N ₁ PK	2,80	1,04	0,51	2,54
N ₂ PK	2,94	1,12	0,48	2,59
N ₂ PK+подкормка	3,05	1,18	0,47	2,65
Мироновская 808				
PK	2,55	0,97	0,55	2,14
N ₁ PK	2,82	1,07	0,54	2,17
N ₂ PK	2,86	1,11	0,52	2,22
N ₂ PK+подкормка	3,02	1,13	0,52	2,23

фосфора и азота была повышенной; ППГ 347 по количеству в зерне азота, фосфора и калия практически не отличался от пшеницы Мироновской 808, но содержание сырой золы было более высоким.

Между содержанием в зерне азота и фосфора была установлена тесная положительная связь ($r = +0,91 \pm 0,05$), которая зависит не только от генетических факторов, но и от условий азотного питания. Зерно амфилоида отличалось более высоким содержанием не только азота, но и фосфора. Внесение азотных удобрений способствовало повышению в зерновках содержания азотистых веществ, одновременно в них увеличивалось и количество фосфора. Положительная корреляционная связь между содержанием в зерновках пшеницы азота и фосфора была отмечена и другими авторами [13]. По их мнению, при повышении содержания фосфора в зерне улучшается качество клейковины.

О фракционном составе белков зерна можно судить по данным табл. 4. В зерне амфилоида содержалось больше легкорастворимых белков и меньше клейковинных, чем у пшеницы и гибрида пшеничного типа. Содержание и соотношение белковых фракций в зерне этого промежуточного гибрида под действием азотных удобрений изменялось очень мало, хотя общее количество белка заметно возрастало.

У гибрида пшеничного типа в вариантах с азотом доля глиадинов в зерне возрастала, а глютелинов и неэкстрагируемых белков снижалась по сравнению с контролем. Соотношение легкорастворимых и клейковинных белков в зерне ППГ 347 при внесении азотных удобрений практически не изменялось. У пшеницы Мироновской 808 при повышении концентрации азота в почве и некорневой подкормке количество альбуминов и легкорастворимых глобулинов в зерне заметно уменьшалось, доля щелочерастворимых белков возрастала, а содержание глобулинов, глиадинов и неэкстрагируемых белков изменялось незначительно.

Таким образом, повышение белковости зерна при увеличении дозы азота в засушливых условиях 1979 г. у каждого биотипа происходило

Таблица 4

Фракционный состав белков зерна (N фракций в % от белкового)

Вариант опыта	Альбумины и легкораствори- мые глобу- лины	Глобулины	Глиадины	Глютенины	Остаток
ПППГ 79					
PK	13,8	17,6	28,9	30,7	9,0
N ₁ PK	14,0	17,4	28,1	30,1	9,0
N ₂ PK	14,4	17,4	27,9	30,6	9,7
N ₂ PK + подкормка	14,2	18,4	29,3	27,9	10,2
ППГ 347					
PK	12,8	12,4	29,5	34,9	10,4
N ₁ PK	13,2	12,8	31,2	32,3	10,5
N ₂ PK	12,4	12,5	32,4	33,3	9,4
N ₂ PK + подкормка	12,1	13,1	34,6	30,5	9,7
Мироновская 808					
PK	12,6	13,0	35,0	31,2	8,2
N ₁ PK	12,0	12,4	35,8	31,2	8,6
N ₂ PK	11,0	11,6	34,6	34,3	8,5
N ₂ PK + подкормка	10,5	12,0	35,7	33,2	8,6

по-разному: у амфиплоида содержание белков повышалось практически без изменения соотношения белковых фракций, у гибрида пшеничного типа в основном изменялось соотношение компонентов клейковины — глиадинов и глютенинов, у пшеницы несколько снижалось содержание альбуминов и легкорастворимых глобулинов и увеличивалась доля щелочерастворимых белков.

При сравнении аминокислотного состава суммарных белков зерна пшеницы и пшенично-пырейных гибридов были выявлены некоторые различия в содержании незаменимых аминокислот (табл. 5). Наиболь-

Таблица 5

Аминокислотный состав белков зерна (моль %)

Аминокислоты	ПППГ 79			ППГ 347			Мироновская 808		
	вариант опыта								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Лизин	3,5	3,5	3,5	3,2	3,2	3,2	3,1	3,2	3,2
Валин	6,0	6,0	6,1	6,1	6,1	6,1	5,8	5,8	5,7
Гистидин	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	2,0	2,0	2,0
Изолейцин	3,7	3,6	3,6	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7	3,6
Лейцин	7,1	7,1	7,1	7,0	7,1	7,1	7,0	7,0	7,0
Метионин	1,5	1,5	1,4	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Треонин	4,4	4,4	4,5	4,4	4,5	4,4	4,5	4,4	4,5
Фенилаланин	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,2	4,3
Аспарагиновая кислота	6,7	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,3	6,3
Серин	6,0	5,9	6,0	5,7	5,7	5,7	5,6	5,7	5,6
Глютаминовая кислота	24,5	24,7	24,7	25,2	25,3	25,3	25,5	25,5	25,5
Пролин	12,2	12,2	12,3	12,2	12,2	12,3	12,3	12,3	12,4
Глицин	7,1	7,2	7,1	7,1	7,2	7,2	7,1	7,1	7,2
Аланин	6,2	6,2	6,1	5,9	5,9	5,9	5,7	5,8	5,7
Тирозин	3,1	3,0	3,0	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
Аргинин	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,0	5,2	5,2	5,1
Сумма незаменимых ами- нокислот	32,2	32,1	32,2	31,5	31,7	31,7	31,5	31,5	31,5

Примечание. 1 — PK; 2 — N₁PK; 3 — N₂PK + подкормка.

шее количество их содержалось в белках амфиплоида; гибрид пшеничного типа и пшеница по этому показателю мало различались.

Для амфиплоида характерно более высокое содержание лизина (на 9—10% выше), чем у пшеницы и гибрида пшеничного типа. В белках зерна ПППГ 79 содержалось также несколько больше серина и метионина, но меньше глутаминовой кислоты и тирозина. У Мироновской 808 концентрация гистидина была более высокой, а аланина, валина и аспарагиновой кислоты более низкой. Гибрид пшеничного типа по концентрации большинства аминокислот в белках зерна был близок к обычной пшенице, по содержанию валина и аспарагиновой кислоты сходен с амфиплоидом, а по уровню аланина и гистидина занимал промежуточное положение между ними. Существенных изменений аминокислотного состава белков при внесении азотных удобрений не установлено, что полностью отражает специфику фракционного состава. Как уже отмечалось, повышение количества белков в зерне пшенично-пырейных гибридов в вариантах с азотом практически не связано с изменением соотношения легкорастворимых и клейковинных белков. В зерне пшеницы изменение аминокислотного состава белков в результате снижения доли альбуминов и легкорастворимых глобулинов компенсировалось повышением содержания щелочерастворимых белков.

Таким образом, для пшенично-пырейных гибридов не обнаружено обратной зависимости между содержанием в суммарных белках лизина и количеством белка в зерне, что отмечалось при исследовании различных образцов пшениц [5, 20, 22]. Наоборот, амфиплоид, который характеризовался повышенным содержанием белков в зерне, был заметно богаче лизином, чем пшеница и гибрид пшеничного типа. Эта его особенность проявлялась при различных условиях азотного питания.

Выводы

1. Пшенично-пырейные гибриды разного геномного состава заметно различаются по сбору зерна. Улучшение условий азотного питания растений обеспечивало увеличение урожая и сбора белка. Пшенично-пырейный гибрид промежуточного типа отличался повышенной способностью к накоплению в зерне белков.

2. При внесении возрастающих доз азота содержание белков в зерне пшеницы и пшенично-пырейных гибридов увеличивалось, а концентрация крахмала снижалась. Обработка растений раствором мочевины в начале формирования зерна не оказывала влияния на урожайность, но содержание белков в зерне при этом увеличилось на 0,5—0,8%.

3. Под действием азотных удобрений в зерне пшеницы и пшенично-пырейных гибридов увеличивалось содержание азота, фосфора и сырой золы. Между содержанием в зерне азотистых веществ и фосфора обнаружена тесная положительная связь.

4. В зерне амфиплоида содержалось больше легкорастворимых белков, чем у пшеницы и гибрида пшеничного типа. В засушливых условиях 1979 г. при увеличении дозы азота содержание белков в зерне у каждого генотипа повышалось по-разному. У амфиплоида оно возрастало практически без изменения их фракционного состава, у гибрида пшеничного типа изменялось соотношение клейковинных белков, а у пшеницы снижалось количество альбуминов и легкорастворимых глобулинов и увеличивалась доля глютеинов.

5. Амфиплоид характеризовался повышенной концентрацией в белках лизина. Для этого гибрида не установлено обратной зависимости между количеством в зерне белков и концентрацией в белках ли-

зина, что отмечалось при исследовании многих образцов пшеницы. Данная особенность пшенично-пырейного гибрида проявлялась при разных условиях азотного питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлаку И. Н. Влияние минерального питания на содержание аминокислот в растениях озимой пшеницы. — В сб.: Эффективность агрохим. обслуж. сельск. хоз-ва в Молдавии. Кишинев, 1979, с. 70—79. — 2. Каликинский А. А., Комарова Т. Е. Влияние доз и сроков внесения минеральных удобрений на урожай и качество зерна разных сортов озимой пшеницы. — Агрохимия, 1975, № 3, с. 64—68. — 3. Лапченко Г. Д. Селекция озимой пшеницы методом отдаленной гибридизации. — В сб.: Новости с.-х. науки и практики. М.: Россельхозиздат, 1971, с. 3—5. — 4. Минеев В. Г., Тищенко А. Т., Семихова О. Д. Удобрение и качество зерна пшеницы. М.: Колос, 1975. — 5. Мойса И. И. Аминокислотный состав белков некоторых видов пшеницы. — Бюл. ВИР, вып. 30, с. 7—11. — 6. Павлов А. Н. Накопление белка в зерне пшеницы и кукурузы. М.: Наука, 1967. — 7. Петербургский А. В. Практикум по агрономической химии. М.: Колос, 1968. — 8. Плешков Б. П. Практикум по биохимии растений. М. Колос, 1976. — 9. Плешков Б. П., Новиков Н. Н., Груздев Л. Г. Аминокислотный состав белков зерна пшеницы и пшенично-пырейных гибридов. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 2, с. 12—20. — 10. Плешков Б. П., Новиков Н. Н., Миляева Т. Ф. Содержание и состав белков в зерне пшенично-пырейных гибридов при различных условиях азотного питания. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 2, с. 57—65. — 11. Плешков Б. П., Новиков Н. Н., Миляева Т. Ф. Накопление белка в зерне пшенично-пырейных гибридов разного геномного состава при различных условиях питания. — Изв. ТСХА, 1980, вып. 4, с. 81—88. — 12. Плешков Б. П., Савицкайте Е. М. Влияние условий питания на аминокислотный состав пшеницы. — Химия в сельск. хоз-ве, 1965, № 3, с. 7—8. — 13. Турулева В. А., Турулев В. К. Использование удобрений озимой пшеницы в условиях орошения. — Агрохимия, 1979, № 10, с. 47—54. — 14. Цицин Н. В. Отдаленная гибридизация — важнейший фактор формообразования. — В сб.: Отдаленная гибридизация растений. М.: Наука, 1978, с. 10—18. — 15. Ячевская Г. Л. Некоторые вопросы цитогенетики пшенично-пырейных гибридов. — В сб.: Новости с.-х. науки и практики. М.: Россельхозиздат, 1971, с. 7—8. — 16. Eppendorfer W. H. — Fertilizer use and Protein Prod. Berne, 1975, p. 249—263. — 17. Hyza V., Palik S. — Rostl. Viroba, 1977, vol. 23, N 6, s. 633—641. — 18. Johnson V. A., Mattern P. J., Kuhr S. L. — Seed protein Improv. Cereal and Grain Legumes. Vienna, 1979, vol. 2, p. 165—179. — 19. Pelikan M., Stiskal J. — Acta Univ. agr., 1975, Bd 23, N 1, S. 57—64. — 20. Trocme S. — Econ. et med. anim., 1975, vol. 16, N 1, p. 7—12. — 21. Vallega V. — Sementi elite, 1977, vol. 23, N 1, p. 3—8. — 22. Völker T. — Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 1975, Bd 19, N 4, S. 17—20.

Статья поступила 5 декабря 1980 г.

SUMMARY

It was found in microplot field trials that under application of increasing doses of nitrogen the amount of nitrogen, proteins, phosphorus, crude ash in the grain of wheat and wheat-couch grass hybrids (PPPG) increased, while starch concentration got lower. PPPG-79 was noted for higher ability to accumulate proteins in grain and for high lysin content in proteins. This specificity of amphiploid was manifested under different conditions of nitrogenous nutrition.